




HIGH VARIABLE POWER ZOOM LENS

Patent number: JP9120028
Publication date: 1997-05-06
Inventor: ITO TAKAYUKI; HASUSHITA YUKIO
Applicant: ASAHI OPTICAL CO LTD
Classification:
 - international: G02B15/20
 - european:
Application number: JP19950278026 19951025
Priority number(s):

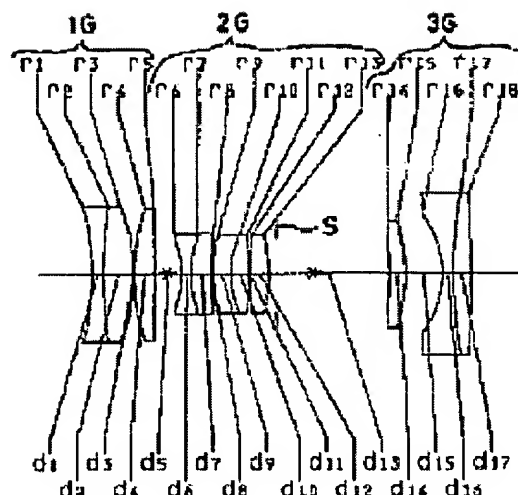
Also published as:

 US5793535 (A1)
 JP9120028 (A)
 DE19644493 (A1)

Abstract of JP9120028

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a zoom lens which is small in size and is well corrected in chromatic aberration as a zoom lens for compact camera having a variable magnification ratio of about 4.

SOLUTION: This zoom lens has at least three lens groups including, in order from an object side, a first lens group 1G having positive refracting power, a second lens group 2G having positive refracting power and a third lens group 3G having negative refracting power. All of these three lens groups move to the object side at the time of zooming from a short focal length side to a long focal length side. The first lens group 1G is composed, in order from the object side, three elements; a negative first lens, a positive second lens and a positive third lens and satisfies the following conditional equations I to IV. (I) $4.3 < m_3 T < 6$, (II) $1.7 < f_T / f_1 G < 3$, (III) $31 < \nu_1 < 55$, (IV) $0 < \nu_2 - \nu_1 < 30$, where $m_3 T$ is the transverse magnification of the third lens group at the long focal length end; f_T is the focal length of the entire system at the long focal length end; $f_1 G$ is the focal length of the first lens groups; ν_1 is the Abbe number of the negative first lens in the first lens group; ν_2 is the Abbe number of the positive second lens in the first lens group.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-120028

(43) 公開日 平成9年(1997)5月6日

(51) Int.Cl.⁹

G 0 2 B 15/20

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 15/20

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願平7-278026

(22) 出願日 平成7年(1995)10月25日

(71) 出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72) 発明者 伊藤 孝之

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(72) 発明者 蓮下 幸生

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 三浦 邦夫

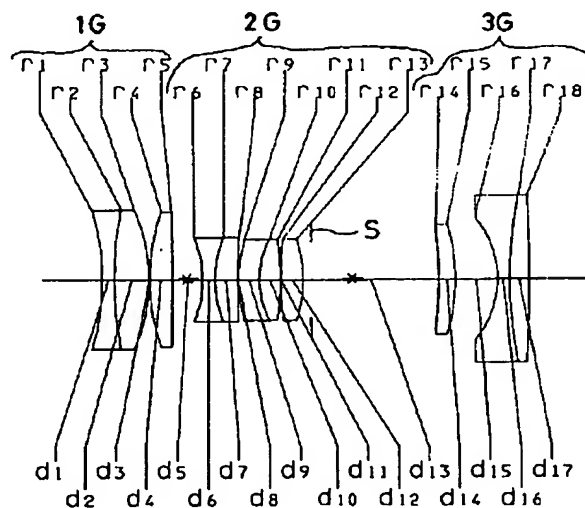
(54) 【発明の名称】 高変倍ズームレンズ

(57) 【要約】

【目的】 変倍比が4倍前後のコンパクトカメラ用ズームレンズにおいて、小型で色収差補正の良好なズームレンズを得ること。

【構成】 物体側から順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、負のパワーを有する第3レンズ群との少なくとも3つのレンズ群を備え、短焦点距離側から長焦点距離側へズーミングするとき、これら3つのレンズ群がいずれも物体側へ移動するズームレンズにおいて、第1レンズ群は、物体側から順に、負の第1レンズ、正の第2レンズ及び正の第3レンズの3枚から構成され、かつ、下記の条件式を満足する高変倍ズームレンズ。

(1) $4.3 < m_{3T} < 6$ (2) $1.7 < f_T / f_{1G} < 3$
(3) $31 < \nu_1 < 55$ (4) $0 < \nu_2 - \nu_1 < 30$ 但し、 m_{3T} : 長焦点距離端における第3レンズ群の横倍率、 f_T : 長焦点距離端における全系の焦点距離、 f_{1G} : 第1レンズ群の焦点距離、 ν_1 : 第1レンズ群中の負の第1レンズのアッベ数、 ν_2 : 第1レンズ群中の正の第2レンズのアッベ数。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、負のパワーを有する第3レンズ群との少なくとも3つのレンズ群を備え、短焦点側から長焦点側へズームするとき、これら3つのレンズ群がいずれも物体側へ移動するズームレンズにおいて、
第1レンズ群は、物体側から順に、負の第1レンズ、正の第2レンズ及び正の第3レンズの3枚から構成され、かつ、下記の条件式(1)ないし(4)を満足することを特徴とする高変倍ズームレンズ。

- (1) $4.3 < m_{3T} < 6$
 (2) $1.7 < f_T / f_{1G} < 3$
 (3) $3.1 < \nu_1 < 5.5$
 (4) $0 < \nu_2 - \nu_1 < 3.0$

但し、

m_{3T} ：長焦点距離端における第3レンズ群の横倍率、

f_T ：長焦点距離端における全系の焦点距離、

f_{1G} ：第1レンズ群の焦点距離、

ν_1 ：第1レンズ群中の負の第1レンズのアッベ数、

ν_2 ：第1レンズ群中の正の第2レンズのアッベ数。

【請求項2】 請求項1において、下記条件式(5)を満足する高変倍ズームレンズ。

- (5) $-0.5 < f_W / f_{12} < 0$

但し、

f_W ：短焦点距離端における全系の焦点距離、

f_{12} ：第1レンズ群中の第1、第2レンズの合成焦点距離。

【請求項3】 請求項1または2において、第1レンズ群中の第1レンズ及び第2レンズが貼合せレンズである高変倍ズームレンズ。

【請求項4】 請求項1において、下記条件式(6)、(7)を満足することを特徴とする高変倍ズームレンズ。

- (6) $3.5 < f_T / f_{2G} < 5.0$
 (7) $0.05 < \Sigma d_{2G} / f_T < 0.1$

但し、

f_{2G} ：第2レンズ群の焦点距離、

Σd_{2G} ：第2レンズ群の第1面から最終面迄の距離。

【請求項5】 請求項4において、正の第2レンズ群は、物体側より順に、全体として負のパワーを有する貼合せレンズと、全体として正のパワーを有する貼合せレンズの少なくとも2組の貼合せレンズを有し、かつこの2組の貼合せレンズはそれぞれ、負レンズと正レンズの貼合せレンズからなり、下記条件式(8)ないし(10)を満足する高変倍ズームレンズ。

- (8) $8 < f_T / |f_{2Gn}| < 11$
 (9) $\nu_{2n-N} > \nu_{2n-P}$
 (10) $\nu_{2p-N} < \nu_{2p-P}$

但し、

f_{2Gn} ：第2レンズ群中の負のパワーを有する貼合せレンズの焦点距離、

ν_{2n-N} ：第2レンズ群中の負のパワーを有する貼合せレンズの負レンズのアッベ数、

ν_{2n-P} ：第2レンズ群中の負のパワーを有する貼合せレンズの正レンズのアッベ数、

ν_{2p-N} ：第2レンズ群中の正のパワーを有する貼合せレンズの負レンズのアッベ数、

ν_{2p-P} ：第2レンズ群中の正のパワーを有する貼合せレンズの正レンズのアッベ数。

【請求項6】 請求項1において、負の第3レンズ群は、物体側より順に、正レンズと、負のパワーを有する貼合せレンズとを有し、この貼合せレンズは、負レンズと正レンズの貼合せレンズからなり、かつ、下記条件式(11)、(12)を満足する高変倍ズームレンズ。

- (11) $5 < f_T / |f_{3G}| < 8.5$ ($f_{3G} < 0$)
 (12) $\nu_{3N} > \nu_{3P}$

但し、

f_{3G} ：第3レンズ群の焦点距離、

ν_{3N} ：第3レンズ群中の貼合せレンズの負レンズのアッベ数、

ν_{3P} ：第3レンズ群中の貼合せレンズの正レンズのアッベ数。

【請求項7】 物体側より順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、正にパワーを有する第2レンズ群と、負のパワーを有する第3レンズ群との少なくとも3つのレンズ群を備え、短焦点側から長焦点側へズームするとき、これらの3つのレンズ群がいずれも物体側へ移動するズームレンズにおいて、

正の第1レンズ群は、少なくとも1組の貼合せレンズを有し、

正の第2レンズ群は、少なくとも2組の貼合せレンズを有し、

全系として、少なくとも3組の貼合せレンズを有し、かつ、下記条件式(1)を満足する高変倍ズームレンズ。

- (1) $4.3 < m_{3T} < 6$

【請求項8】 請求項7において、下記条件式(17)を満足する高変倍ズームレンズ。

- (17) $6.0 < \nu'_{3N}$

但し、

ν'_{3N} ：第3レンズ群中の負レンズのアッベ数。

【請求項9】 物体側より順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、正にパワーを有する第2レンズ群と、負のパワーを有する第3レンズ群との少なくとも3つのレンズ群を備え、短焦点側から長焦点側へズームするとき、これらの3つのレンズ群がいずれも物体側へ移動するズームレンズにおいて、

正の第1レンズ群は、少なくとも1組の貼合せレンズを有し、

正の第2レンズ群は、少なくとも2組の貼合せレンズを有し、
負の第3レンズ群は、少なくとも1組の貼合せレンズを有し、
全系として、少なくとも4組の貼合せレンズを有することを特徴とする高変倍ズームレンズ。

【請求項10】 請求項9において、下記条件式(1)を満足する高変倍ズームレンズ。

$$(1) \quad 4.3 < m_{3T} < 6$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】本発明は、高変倍ズームレンズ、特にバックフォーカスの小さいコンパクトカメラ用のズームレンズに関し、特に4倍程度の変倍比(ズーム比)を持ちながら小型で色収差が良好に補正されたズームレンズに関する。

【0002】

【従来技術及び問題点】従来、コンパクトカメラ用ズームレンズは、高変倍比化が図られているが、高変倍といっても、本出願人の出願に係る特開平2-73211号のように、変倍比が3倍以下のものがほとんどであった。変倍比が3倍あるいは4倍程度に達する、より高い変倍比のズームレンズが要求されているが、このような高変倍ズームレンズでは、長焦点距離端における全長をより短くするべく小型化すると、特に短焦点距離側と長焦点距離側の色収差が反対方向に発生し、これを全焦点距離域に渡って補正することが困難であった。

【0003】

【発明の目的】本発明は、高変倍ズームレンズ、特に変倍比が4倍程度あるいはこれを4倍を越えるコンパクトカメラ用ズームレンズであって、小型で、しかも色収差が全焦点距離域で良好に補正されたズームレンズを得ることを目的とする。

【0004】

【発明の概要】本発明の高変倍ズームレンズは、その第1の態様によると、物体側から順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、負のパワーを有する第3レンズ群との少なくとも3つのレンズ群を備え、短焦点側から長焦点側へズームするとき、これら3つのレンズ群がいずれも物体側へ移動するズームレンズにおいて、第1レンズ群は、物体側から順に、負の第1レンズ、正の第2レンズ及び正の第3レンズの3枚から構成され、かつ、次の条件式

(1) ないし(4)を満足することを特徴とする。

$$(1) \quad 4.3 < m_{3T} < 6$$

$$(2) \quad 1.7 < f_T / f_{1G} < 3$$

$$(3) \quad 3.1 < \nu_1 < 5.5$$

$$(4) \quad 0 < \nu_2 - \nu_1 < 3.0$$

但し、

m_{3T} : 長焦点距離端における第3レンズ群の横倍率、

f_T : 長焦点距離端における全系の焦点距離、

f_{1G} : 第1レンズ群の焦点距離、

ν_1 : 第1レンズ群中の負の第1レンズのアッベ数、

ν_2 : 第1レンズ群中の正の第2レンズのアッベ数、

である。

【0005】本発明のズームレンズは、さらに次の条件式(5)を満足することが好ましい。

$$(5) \quad 0.5 < f_W / f_{12} < 0$$

但し、

f_W : 短焦点距離端における全系の焦点距離、

f_{12} : 第1レンズ群中の第1、第2レンズの合成焦点距離、

である。また、第1レンズ群中の第1レンズ及び第2レンズは貼合せレンズとすることが好ましい。

【0006】本発明のズームレンズはさらに、次の条件式(6)、(7)を満足することが好ましい。

$$(6) \quad 3.5 < f_T / f_{2G} < 5.0$$

$$(7) \quad 0.05 < \Sigma d_{2G} / f_T < 0.1$$

但し、

f_{2G} : 第2レンズ群の焦点距離、

Σd_{2G} : 第2レンズ群の第1面から最終面迄の距離、である。

【0007】この条件式(6)、(7)を満足する正の第2レンズ群は、より具体的には、物体側より順に、全体として負のパワーを有する貼合せレンズと、全体として正のパワーを有する貼合せレンズの少なくとも2組の貼合せレンズを有し、かつこの2組の貼合せレンズはそれぞれ、負レンズと正レンズの貼合せレンズからなり、次の条件式(8)ないし(10)を満足することが好ましい。

$$(8) \quad 8 < f_T / |f_{2Gn}| < 11$$

$$(9) \quad \nu_{2n-N} > \nu_{2n-P}$$

$$(10) \quad \nu_{2p-N} < \nu_{2p-P}$$

但し、

f_{2Gn} : 第2レンズ群中の負のパワーを有する貼合せレンズの焦点距離、

ν_{2n-N} : 第2レンズ群中の負のパワーを有する貼合せレンズの負レンズのアッベ数、

ν_{2n-P} : 第2レンズ群中の負のパワーを有する貼合せレンズの正レンズのアッベ数、

ν_{2p-N} : 第2レンズ群中の正のパワーを有する貼合せレンズの負レンズのアッベ数、

ν_{2p-P} : 第2レンズ群中の正のパワーを有する貼合せレンズの正レンズのアッベ数、

である。

【0008】本発明のズームレンズにおいて、負の第3レンズ群は、物体側より順に、正レンズと、負のパワーを有する貼合せレンズとを有し、この貼合せレンズは、負レンズと正レンズの貼合せレンズからなり、かつ、次の条件式(11)、(12)を満足することが好まし

い。

$$(11) 5 < f_T / |f_{3G}| < 8.5 \quad (f_{3G} < 0)$$

$$(12) \nu_{3N} > \nu_{3P}$$

但し、

f_{3G} : 第3レンズ群の焦点距離、

ν_{3N} : 第3レンズ群中の貼合せレンズの負レンズの阿ッペ数、

ν_{3P} : 第3レンズ群中の貼合せレンズの正レンズの阿ッペ数、

である。

【0009】本発明のズームレンズは、その第2の態様によると、物体側より順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、正にパワーを有する第2レンズ群と、負のパワーを有する第3レンズ群との少なくとも3つのレンズ群を備え、短焦点側から長焦点側へズーミングするとき、これらの3つのレンズ群がいずれも物体側へ移動するズームレンズにおいて、正の第1レンズ群は、少なくとも1組の貼合せレンズを有し、正の第2レンズ群は、少なくとも2組の貼合せレンズを有し、全系として、少なくとも3組の貼合せレンズを有し、かつ、上記と同じ条件式(1)を満足することを特徴としている。

$$(1) 4.3 < m_{3T} < 6$$

この第2の態様では、さらに、次の条件式(17)を満足することが好ましい。

$$(17) 60 < \nu'_{3N}$$

但し、

ν'_{3N} : 第3レンズ群中の非貼合せ負レンズの阿ッペ数、

である。

【0010】本発明のズームレンズは、その第3の態様によると、物体側より順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、正にパワーを有する第2レンズ群と、負のパワーを有する第3レンズ群との少なくとも3つのレンズ群を備え、短焦点側から長焦点側へズーミングするとき、これらの3つのレンズ群がいずれも物体側へ移動するズームレンズにおいて、正の第1レンズ群は、少なくとも1組の貼合せレンズを有し、正の第2レンズ群は、少なくとも2組の貼合せレンズを有し、負の第3レンズ群は、少なくとも1組の貼合せレンズを有し、全系として、少なくとも4組の貼合せレンズを有することを特徴としている。この第3の態様では、上記と同じ条件式

$$(1) \text{を満足することが好ましい。}$$

$$(1) 4.3 < m_{3T} < 6$$

【0011】

【発明の実施の形態】本発明のズームレンズは、物体側から順に、少なくとも正、正、負の3つのレンズ群を備えている。このように、正、正、負の3群構成を採用したのは、高変倍化と小型化を図り、かつレンズ群移動量を小さくするためである。本発明は、この正、正、負の3群構成において、特にその第1レンズ群を、負、正、

正の3枚のレンズから構成した。その理由は、諸収差を補正すると同時に、第1レンズ群に、従来のこのタイプのズームレンズと比べて比較的大きい正のパワーを持たせることを可能とし、もってズーミング移動量を少なくさせ、小型化を達成できるからである。

【0012】条件式(1)は、長焦点距離端における負の第3レンズ群の横倍率に関する条件であり、4倍程度あるいは4倍を超える高変倍のズームレンズを得るための条件である。条件式(1)の下限を越えると、4倍程度の高変倍化を達成するには第2レンズ群及び第3レンズ群の移動量が大きくなり、小型化が達成できない。上限を越えると、負の第3レンズ群のパワーが過大となり、変倍に伴う収差の変動が大きくなり、また第3レンズ群の構成が複雑化する。さらに正の第2レンズ群のパワーも大きくせざるを得ず、第2レンズ群の構成もまた複雑化してしまう。レンズ構成の複雑化は、製作誤差による性能劣化を大きくしてしまう。

【0013】条件式(2)は、第1レンズ群の焦点距離に関する条件である。条件式(2)の下限を越えると、第1レンズ群のパワーが過小となり、各レンズ群の移動量が大きくなってしまふ。特に、長焦点側でのレンズ全長が大きくなってしまふ。上限を越えると、第1レンズ群のパワーが過大となり、第1レンズ群内で発生する収差を補正しきれない。具体的には、短焦点距離側では、歪曲収差がプラスになり、長焦点距離側では、球面収差がマイナスとなる。また、組立誤差による性能劣化を大きくしてしまう。

【0014】条件式(3)及び(4)は、第1レンズ群内の色収差補正に関する条件である。第1レンズ群は、全体として、正のパワーを持つレンズ群である。従来は、負レンズに条件式(3)の下限以下の高分散ガラスを用い、正レンズに低分散ガラスを用いて、第1レンズ群内での補正を行ってきたが、この従来構成で変倍比を4倍程度あるいはそれ以上大きくしようとすると、短焦点距離側では色収差補正が不足し、長焦点距離側では色収差補正が過剰になる。これに対し、本発明は、物体側レンズ径を小さくするため、条件式(2)のように物体側に強い負レンズを配置し、その上で、条件式(3)に示すような従来よりやや ν 値の大きい(従来より分散の小さい)中間的な分散を有する(中間的な ν 値の)ガラスで第1レンズ群中の負レンズを構成した。

【0015】なお、第1レンズ群内で球面収差、コマ収差をより良好に補正するには、次の条件式(13)、

(14)を満足するように、負の第1レンズに高屈折率ガラス、正の第2レンズに低屈折率ガラスを使用するのが良い。

$$(13) 1.7 < n_1$$

$$(14) 0.15 < n_1 - n_2$$

但し、

n_1 : 第1レンズ群中の負の第1レンズの屈折率、

n_2 : 第1レンズ群中の正の第2レンズの屈折率、である。

【0016】条件式(3)の下限を越え、条件式(4)の上限を越えると、第1レンズ群内で発生する色収差の補正が、短焦点距離側では不足し、長焦点距離側では過剰となり、その収差量が増大する。逆に、条件式(3)の上限を越え、条件式(4)の下限を越えると、第1レンズ群内で発生する色収差の補正が不足する。

【0017】本発明の第1レンズ群は、全体として正のパワーを持っているので、収差補正上は正のパワーを複数のレンズに分担させる方がよい。すなわち、第1レンズ群中の第1レンズと第2レンズの合成焦点距離(f_{12})は、収差補正の観点からは『正』の方が良い。しかし、この構成によると、中間焦点距離～長焦点距離端において、第2レンズ群に入射する近軸軸上光線が低くなりやすく、バックフォーカスが小さくなり過ぎて、第3レンズ群の径が増大する。従って、第1レンズと第2レンズの合成焦点距離(f_{12})は若干の負のパワーを持つことが好ましい。これにより、全系としてプラスの歪曲収差を小さく補正することができる。そして、この第1レンズと第2レンズの負の合成パワーは条件式(5)を満足すると良い。

【0018】すなわち、条件式(5)は、第1レンズ群中の第1レンズと第2レンズの合成パワーに関する条件である。条件式(5)の下限を越えるということは、 f_{12} の負のパワーが強くなり過ぎることを意味する。すると、第3レンズの正のパワーを強くする必要が生じ、その結果、群内偏心など組立誤差による性能劣化が大になる。上限を越えると、全系のバックフォーカスが短くなり過ぎて、第1レンズ群が大径になって小型化の要求に反し、またプラスの歪曲収差が補正しきれない。

【0019】また、第1レンズ群の第1レンズの第1面は凹面とすることが好ましい。凹面とすることにより、非点収差、歪曲収差の補正が容易となり、かつ、第1レンズ群の径を小さくするという効果をより一層高めることができる。さらに、第1レンズ群の最も像面側の面を凸面とすることができるので、レンズの機械的な保持機構が簡単になるだけでなく、短焦点距離端における近距離撮影時の第1レンズ群と第2レンズ群の間隔を狭くできるので、光軸方向の小型化にも寄与する。

【0020】第1レンズの第1面の曲率半径は、次の条件式(15)を満足することが好ましい。

$$(15) -1.5 < r_1 / f_w < -0.5$$

但し、

r_1 : 第1レンズの第1面の曲率半径、である。条件式(15)の下限を越えると、発散性が弱くなり過ぎて上述の効果が十分達成できない。上限を越えると、曲率が強くなり過ぎて、非点収差、歪曲収差が補正過剰となり、像高の変化に対する収差の変化量が増大する。

【0021】第1レンズ群の第1レンズと第2レンズは、貼合せレンズとすることにより、偏心などの組立誤差による性能劣化を防止することができるという利点を得られる。

【0022】条件式(6)は、第2レンズ群のパワーを規定する条件である。条件式(6)の下限を越えると、第2レンズ群のパワーが弱くなり過ぎ、第3レンズ群に入射する光線の高さが高く、全系のバックフォーカスが長くなってしまい、小型化を達成できない。また、変倍時の第2レンズ群の移動量が大きくなって、長焦点距離端でのレンズ全長が大きくなってしまう。上限を越えると、第2レンズ群のパワーが強すぎて、第2レンズ群で発生する収差を補正できなくなる。また、第3レンズ群に入射する光線の高さが低くなり、短焦点距離端でのバックフォーカスが短くなり過ぎて、第3レンズ群の径が大きくなってしまう。

【0023】条件式(7)は、第2レンズ群の厚みに関する条件である。条件式(7)の下限を越えると、第2レンズ群を構成する各レンズ(群)のパワーが強くなり過ぎて、球面収差及びコマ収差の補正が困難となる。また、偏心などの製作誤差による性能劣化が著しくなり、変倍に伴う収差変動が大きくなる。上限を越えると、第2レンズ群が厚くなり過ぎ、コンパクト性が損なわれる。

【0024】本発明のズームレンズの正の第2レンズ群は、物体側より順に、全体として負のパワーを有する貼合せレンズと、全体として正のパワーを有する貼合せレンズの少なくとも2組の貼合せレンズを有することが好ましい。このように、物体側より順に、負レンズ(2Gn)群、正レンズ(2Gp)群とすることにより、第2レンズ群の物体側レンズ径を小さくできると共に、短焦点距離端のバックフォーカスを最適にすることができる。2Gn群では、条件式(8)を満足するパワーを有することが望ましい。条件式(8)の下限を越えると、2Gn群のパワーが弱すぎて、第3レンズ群に入射する光線の高さが低くなり、短焦点距離端のバックフォーカスが短くなり過ぎて、第3レンズ群の径が大きくなってしまう。上限を越えると、2Gn群のパワーが強すぎて、第3レンズ群内に入射する光線の高さが高く、全系のバックフォーカスが長くなってしまい、小型化が達成できない。また、長焦点距離側では、軸上色収差及びプラスの球面収差の補正ができず、短焦点距離側では、プラスの歪曲収差を補正できない。

【0025】2Gp群は、2Gn群で発生する球面収差及びコマ収差を補正し、第2レンズ群全体として正のパワーを保つためのレンズ群である。物体側の強いパワーの2Gn群で発生する色収差、特に軸上色収差を補正するために、2Gn群だけでなく、2Gp群も貼合せレンズから構成することが望ましい。

【0026】条件式(9)及び(10)は、第2レンズ

群中の貼合せレンズ群の色収差補正に関する条件である。第2レンズ群中の物体側に位置する負のパワーを持つ貼合せレンズ群は、条件式(9)に示すように、負のレンズに低分散ガラスを用いてパワーを負担させ、弱いパワーの正レンズには高分散ガラスを用いて負レンズで発生する色収差を補正するのがよい。逆に、正のパワーを持つ貼合せ群は、条件式(10)に示すように、パワーを負担させる正レンズに低分散ガラスを用いて、高分散ガラスの負レンズで色収差の補正を行うとよい。レンズを貼合わせる構成をとることにより、上述のように、色収差を補正できる他、偏心などの製作誤差による性能劣化を防ぐことができる。

【0027】さらに、第2レンズ群の2Gn群は、最も物体側の面を凹面とし、物体側より順に、負、正のレンズ群で構成するのが好ましい。最も物体側の凹面で発散させることにより、2Gn群のレンズ径を小さくすることができる。さらに、この2Gn群は次の条件式(16)を満足することが好ましい。

$$(16) -1 < r_2 G_{n1} / f_w < -0.25$$

但し、

$r_2 G_{n1}$: 第2レンズ群の最も物体側の面の曲率半径、である。

【0028】条件式(16)の下限を越えると、発散性が弱く、2Gn群の径を小さくできない。上限を越えると、発散性が強く、2Gp群の径が大きくなるとともに、曲率が強すぎて $r_2 G_{n1}$ 面の製作が困難となる。また、2Gn群を負、正の順で構成することにより、短焦点距離側で第3レンズ群(負レンズ群)で発生するプラスの歪曲収差を補正することができる。

【0029】次に、本発明のズームレンズの負の第3レンズ群は、物体側より順に、正レンズと、全体として負のパワーを有する正負の貼合せレンズからなることが好ましい。

【0030】条件式(11)は、負レンズ群としての第3レンズ群のパワーを規制する条件である。変倍による収差変動を実用上問題にならない程度に押さえつつ、また、負レンズ群の移動量を適度に維持しつつ高変倍を達成することができる。条件式(11)の下限を越えると、第3レンズ群の負のパワーが弱くなり過ぎる。第3レンズ群の負のパワーが弱いと、変倍時の収差変動は少ないが、変倍に要する移動量が多くなりすぎて、レンズ群を移動させる機械構成が複雑になる。同時に、短焦点距離端でのバックフォーカスが短くなりすぎて、負レンズ群のレンズ径が大きくなる。また、長焦点距離端でのレンズ全長が長くなり、小型化の目的に反する。また上限を越えると、第3レンズ群の負のパワーが強くなり過ぎ、ズーミングに際しての収差変動が大きくなる。より具体的には、全焦点距離域において球面収差とコマ収差をバランスよく補正するのが困難になる。

【0031】条件式(12)は、第3レンズ群の色収差

を補正する条件である。第3レンズ群は負レンズ群であり、この群内の色収差補正のために、負のパワーを有する貼合せレンズを配置することが好ましい。この貼合せレンズが強い負のパワーを有するので、条件式(12)を満足するように、貼合せの負レンズを低分散ガラスとして負のパワーを負担し、この負レンズに高分散ガラスからなる正レンズを貼合わせることにより負レンズで発生する色収差を補正するとよい。特に、短焦点距離側の倍率色収差と長焦点距離側の軸上色収差とをバランスよく補正することができる。

【0032】なお、第3レンズ群は、非貼合せレンズから構成することも可能であるが、この場合には、次の条件式(17)を満足するような低分散ガラスを使うのがよい。

$$(17) 60 < \nu'_{3N}$$

但し、

ν'_{3N} : 第3レンズ群中の非貼合せ負レンズのアッベ数、である。

【0033】以下、具体的な数値実施例について本発明を説明する。1ないし6の全ての実施例において、基本的なレンズ構成は、物体側から順に、正のパワーの第1レンズ群1G、正のパワーの第2レンズ群2G、絞S、負のパワーの第3レンズ群3Gからなっている。絞Sは、第2レンズ群2Gと一体に移動する。第1レンズ群1Gは、全ての実施例において、物体側から順に、負レンズ、正レンズ、及び正レンズからなり、物体側の負レンズと正レンズは貼り合わされている。第2レンズ群2Gは、全ての実施例において、物体側から順に、負のパワーを有する負正の貼合せレンズ、正のパワーを有する負正の貼合せレンズ、及び正レンズからなっている。第3レンズ群3Gは、実施例1ないし3では、物体側より順に、正レンズと、負のパワーを有する負正の貼合せレンズからなり、実施例4ないし6では、正レンズと負レンズからなっている。

【0034】[実施例1] 図1は、本発明の高変倍ズームレンズの第1の実施例のレンズ構成図を示し、図2、図3、図4はそれぞれ、短焦点距離端、中間焦点距離、長焦点距離端における諸収差図である。

【0035】この実施例1のレンズ系の具体的数値データを表1に示す。諸収差図中、SAは球面収差、SCは正弦条件、d線、g線、C線、それぞれの波長における、球面収差によって示される色収差、Sはサジタル、Mはメリディオナルの非点収差を示している。

【0036】表および図面中、 F_{N0} はFナンバー、 f は光学系全体の焦点距離、 W は半面角、 f_g はバックフォーカスを表す。Rは曲率半径、Dはレンズ厚またはレンズ間隔、 N_d はd線の屈折率、 ν_d はd線のアッベ数を示す。

【0037】

【表1】

$F_{N0}=1:4.5-9.3-12.5$
 $f=39.30-103.99-155.03$
 $W=28.1-11.5-7.8$
 $f_B=9.48-51.20-80.97$

面 No.	R	d	N_d	ν_d
1	-33.250	1.50	1.74320	49.3
2	51.818	4.45	1.48749	70.2
3	-24.388	0.10	-	-
4	31.558	2.75	1.48749	70.2
5	-615.329	3.78-20.36-26.15	-	-
6	-15.318	1.50	1.83481	42.7
7	15.615	2.89	1.84666	23.8
8	110.104	0.10	-	-
9	21.365	2.60	1.84666	23.8
10	13.064	2.58	1.60311	60.7
11	-44.360	0.10	-	-
12	68.934	2.73	1.58913	61.2
13 *	-18.182	1.00	-	-
絞	∞	16.14-5.27-2.30	-	-
14 *	-51.265	2.06	1.58547	29.9
15	-27.117	5.30	-	-
16	-13.550	1.50	1.80400	46.6
17	62.887	2.38	1.80518	25.4
18	-273.833	-	-	-

*は回転対称非球面を表す。

但し、回転対称非球面は次式で定義される。

$$x=Ch^2/(1+[1-(1+K)C^2h^2]^{1/2})+A_4h^4+A_6h^6+A_8h^8+\dots$$

(Cは曲率(1/r)、hは光軸からの高さ、Kは円錐係数)

非球面データ

No.13; $K=0.0$, $A_4=0.53171 \times 10^{-4}$, $A_6=-0.49306 \times 10^{-7}$,
 $A_8=0.12487 \times 10^{-8}$, $A_{10}=0.0$, $A_{12}=0.0$

No.14; $K=0.0$, $A_4=0.32913 \times 10^{-4}$, $A_6=-0.55594 \times 10^{-7}$,
 $A_8=0.15056 \times 10^{-8}$, $A_{10}=0.0$, $A_{12}=0.0$

【0038】[実施例2] 図5は、本発明の高変倍ズームレンズの第2の実施例のレンズ構成図を示し、図6、図7、図8はそれぞれ、短焦点距離端、中間焦点距離、長焦点距離端における諸収差図である。レンズデータを

表2に示す。

【0039】

【表2】

$F_{N0}=1:4.5-9.3-12.5$
 $f=39.30-104.01-160.05$
 $W=28.1-11.5-7.6$
 $f_B=9.35-50.02-81.97$

面 No.	R	d	N_d	ν_d
1	-31.543	1.50	1.74320	49.3
2	51.477	4.39	1.48749	70.2
3	-23.584	0.10	-	-
4	32.049	2.81	1.48749	70.2
5	-307.465	3.55-20.85-27.02	-	-
6	-15.120	1.50	1.83481	42.7
7	14.859	2.74	1.84666	23.8

8	106.935	0.10	-	-
9	21.309	2.60	1.84666	23.8
10	12.807	2.58	1.60311	60.7
11	-37.380	0.10	-	-
12	81.734	2.71	1.58913	61.2
13 *	-18.383	1.00	-	-
絞	∞	16.38-5.51-2.30	-	-
14 *	-46.612	2.03	1.58547	29.9
15	-26.197	5.33	-	-
16	-13.550	1.50	1.80400	46.6
17	60.033	2.42	1.80518	25.4
18	-275.447	-	-	-

*は非球面を表す。

No.13; $K=0.0$, $A4=0.49305 \times 10^{-4}$, $A6=-0.40046 \times 10^{-7}$,

$A8=0.10096 \times 10^{-8}$, $A10=0.0$, $A12=0.0$

No.14; $K=0.0$, $A4=0.32289 \times 10^{-4}$, $A6=-0.49356 \times 10^{-7}$,

$A8=0.14358 \times 10^{-8}$, $A10=0.0$, $A12=0.0$

【0040】[実施例3] 図9は、本発明の高変倍ズームレンズの第3の実施例のレンズ構成図を示し、図10、図11、図12はそれぞれ、短焦点距離端、中間焦点距離、長焦点距離端における諸収差図である。レンズ

データを表3に示す。

【0041】

【表3】

$F_{N0}=1:4.5-9.0-12.5$

$f=39.30-103.95-165.00$

$W=28.1-11.5-7.4$

$f_B=9.24-48.32-82.80$

面 No.	R	d	N_d	ν_d
1	-30.940	1.50	1.74320	49.3
2	50.847	4.31	1.48749	70.2
3	-23.293	0.10	-	-
4	30.306	2.89	1.48749	70.2
5	-324.945	3.55-21.02-26.71	-	-
6	-15.058	1.50	1.83481	42.7
7	14.343	2.77	1.84666	23.8
8	93.709	0.10	-	-
9	20.854	2.60	1.84666	23.8
10	12.629	2.58	1.60311	60.7
11	-34.566	0.10	-	-
12	89.002	2.70	1.58913	61.2
13 *	-18.497	1.00	-	-
絞	∞	16.39-5.63-2.30	-	-
14 *	-49.283	2.02	1.58547	29.9
15	-27.261	5.03	-	-
16	-13.550	1.50	1.80400	46.6
17	52.581	2.50	1.80518	25.4
18	-374.546	-	-	-

*は非球面を表す。

No.13; $K=0.0$, $A4=0.50045 \times 10^{-4}$, $A6=-0.53557 \times 10^{-7}$,

$A8=0.10787 \times 10^{-8}$, $A10=0.0$, $A12=0.0$

No.14; $K=0.0$, $A4=0.35233 \times 10^{-4}$, $A6=-0.29181 \times 10^{-7}$,

$A8=0.97271 \times 10^{-9}$, $A10=0.0$, $A12=0.0$

【0042】[実施例4] 図13は、本発明の高変倍ズームレンズの第4の実施例のレンズ構成図を示し、図14、図15、図16はそれぞれ、短焦点距離端、中間焦点距離、長焦点距離端における諸収差図である。レンズ

データを表4に示す。

【0043】

【表4】

F _{N0} =1:4.5-9.3-12.5				
f=39.30-103.98-155.02				
W=28.1-11.5-7.8				
f _B =9.56-53.13-86.38				
面 No.	R	d	N _d	ν _d
1	-23.810	2.00	1.73400	51.5
2	74.090	3.88	1.48749	70.2
3	-20.097	0.10	-	-
4	33.281	3.76	1.48749	70.2
5	-105.921	3.11-19.10-23.09	-	-
6	-15.966	1.50	1.83481	42.7
7	20.339	2.30	1.84666	23.8
8	117.876	0.10	-	-
9	22.771	2.60	1.84666	23.8
10	14.683	2.58	1.56883	56.3
11	-39.810	0.10	-	-
12	88.891	2.65	1.58913	61.2
13 *	-18.242	1.00	-	-
絞	∞	18.21-5.57-2.30	-	-
14 *	-31.463	4.00	1.58547	29.9
15	-20.701	4.04	-	-
16	-13.000	2.00	1.61800	63.4
17	189.593	-	-	-

*は非球面を表す。

No.13; K=0.0、A4=0.45197×10⁻⁴、A6=-0.68199×10⁻⁷、

A8=0.20809×10⁻⁸、A10=0.0、A12=0.0

No.14; K=0.0、A4=0.32729×10⁻⁴、A6=-0.33728×10⁻⁷、

A8=0.12831×10⁻⁸、A10=0.0、A12=0.0

【0044】[実施例5] 図17は、本発明の高変倍ズームレンズの第5の実施例のレンズ構成図を示し、図18、図19、図20はそれぞれ、短焦点距離端、中間焦点距離、長焦点距離端における諸収差図である。レンズ

データを表5に示す。

【0045】

【表5】

F _{N0} =1:4.5-9.3-12.5				
f=39.30-104.00-155.02				
W=28.2-11.5-7.8				
f _B =11.06-55.81-90.45				
面 No.	R	d	N _d	ν _d
1	-25.252	2.00	1.76200	40.1
2	199.328	3.68	1.51742	52.4
3	-22.457	0.10	-	-
4	34.401	3.69	1.48749	70.2
5	-88.478	3.12-17.01-20.19	-	-
6	-16.150	1.50	1.83481	42.7
7	20.459	3.75	1.84666	23.8

8	131.509	0.10	-	-
9	22.182	2.60	1.84666	23.8
10	14.056	2.58	1.56883	56.3
11	-42.251	0.10	-	-
12	99.714	2.62	1.58913	61.2
13 *	-18.566	1.00	-	-
絞	∞	17.65-5.39-2.30	-	-
14 *	-42.021	2.32	1.58547	29.9
15	-21.663	3.10	-	-
16	-13.000	2.00	1.61800	63.4
17	81.676	-	-	-

*は非球面を表す。

No.13; $K=0.0$, $A4=0.45130 \times 10^{-4}$, $A6=-0.77045 \times 10^{-7}$,
 $A8=0.14613 \times 10^{-8}$, $A10=0.0$, $A12=0.0$

No.14; $K=0.0$, $A4=0.39120 \times 10^{-4}$, $A6=-0.42549 \times 10^{-7}$,
 $A8=0.13687 \times 10^{-8}$, $A10=0.0$, $A12=0.0$

【0046】[実施例6]図21は、本発明の高変倍ズームレンズの第6の実施例のレンズ構成図を示し、図22、図23、図24はそれぞれ、短焦点距離端、中間焦点距離、長焦点距離端における諸収差図である。レンズ

データを表6に示す。

【0047】

【表6】

$F_{N0}=1:4.5-9.3-12.5$
 $f=39.30-103.99-155.00$
 $W=28.2-11.5-7.8$
 $f_B=10.99-56.15-91.00$

面 No.	R	d	N_d	ν_d
1	-24.609	2.00	1.80100	35.0
2	259.597	3.61	1.56732	42.8
3	-22.348	0.10	-	-
4	35.400	3.69	1.48749	70.2
5	-91.937	3.31-16.89-20.09	-	-
6	-16.232	1.50	1.83481	42.7
7	19.900	3.86	1.84666	23.8
8	121.900	0.10	-	-
9	21.918	2.60	1.84666	23.8
10	13.858	2.58	1.56883	56.3
11	-42.285	0.10	-	-
12	96.536	2.63	1.58913	61.2
13 *	-18.711	1.00	-	-
絞	∞	17.71-5.40-2.30	-	-
14 *	-38.445	2.32	1.58547	29.9
15	-20.798	3.17	-	-
16	-13.000	2.00	1.61800	63.4
17	85.936	-	-	-

*は非球面を表す。

No.13; $K=0.0$, $A4=0.44408 \times 10^{-4}$, $A6=-0.91376 \times 10^{-7}$,
 $A8=0.17896 \times 10^{-8}$, $A10=0.0$, $A12=0.0$

No.14; $K=0.0$, $A4=0.37413 \times 10^{-4}$, $A6=-0.76145 \times 10^{-7}$,
 $A8=0.17857 \times 10^{-8}$, $A10=0.0$, $A12=0.0$

【0048】次に、実施例1ないし6の各条件式に対する値を表7に示す。

【表7】

	実施例					
	1	2	3	4	5	6
条件式(1)	4.65	4.65	4.80	4.51	4.69	4.69
条件式(2)	1.94	2.04	2.21	2.26	2.46	2.46
条件式(3)	49.3	49.3	49.3	51.5	40.1	35.0
条件式(4)	20.9	20.9	20.9	18.7	12.3	7.8
条件式(5)	-0.211	-0.228	-0.237	-0.187	-0.230	-0.205
条件式(6)	4.40	4.50	4.65	3.90	4.06	4.05
条件式(7)	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09
条件式(8)	9.67	10.09	10.69	9.24	9.06	9.11
条件式(9)	○	○	○	○	○	○
条件式(10)	○	○	○	○	○	○
条件式(11)	6.71	7.01	7.43	6.21	6.29	6.25
条件式(12)	○	○	○	-	-	-
条件式(13)	1.74320	1.74320	1.74320	1.73400	1.76200	1.80100
条件式(14)	0.25571	0.25571	0.25571	0.24651	0.24458	0.23368
条件式(15)	-0.846	-0.803	-0.787	-0.606	-0.642	-0.626
条件式(16)	-0.3898	-0.3847	-0.3832	-0.4063	-0.4109	-0.4130
条件式(17)	-	-	-	63.4	63.4	63.4

【0049】表7から明かなように、実施例1ないし実施例3は、条件式(17)を除くすべての条件式(1)ないし(16)を満足し、実施例4ないし実施例6は、条件式(12)を除くすべての条件式を満足している。○は条件式に適合していることを示している。実施例1ないし実施例3の第3レンズ群は貼合せレンズを有するため条件式(17)に該当する数値が存在せず、実施例4ないし6の第3レンズ群には貼合せレンズがないため条件式(12)に該当する数値が存在しない。各実施例のズームレンズは、変倍比が4倍程度のズームレンズでありながら、小型で各収差図中の色収差も比較的良好に補正されている。

【0050】

【発明の効果】本発明によれば、4倍程度、あるいは4倍を越える変倍比を持つズームレンズであっても、小型化を可能にし、色収差補正が良好なレンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による高変倍ズームレンズの第1の実施例のレンズ構成図である。

【図2】図1のレンズ系の短焦点距離端における諸収差図である。

【図3】図1のレンズ系の中間焦点距離における諸収差図である。

【図4】図1のレンズ系の長焦点距離端における諸収差図である。

【図5】本発明による高変倍ズームレンズの第2の実施例のレンズ構成図である。

【図6】

図5のレンズ系の短焦点距離端における諸収差図である。

【図7】図5のレンズ系の中間焦点距離における諸収差図である。

【図8】図5のレンズ系の長焦点距離端における諸収差図である。

【図9】本発明による高変倍ズームレンズの第3の実施例のレンズ構成図である。

【図10】図9のレンズ系の短焦点距離端における諸収差図である。

【図11】図9のレンズ系の中間焦点距離における諸収差図である。

【図12】図9のレンズ系の長焦点距離端における諸収差図である。

【図13】本発明による高変倍ズームレンズの第4の実施例のレンズ構成図である。

【図14】図13のレンズ系の短焦点距離端における諸収差図である。

【図15】図13のレンズ系の中間焦点距離における諸収差図である。

【図16】図13のレンズ系の長焦点距離端における諸収差図である。

【図17】本発明による高変倍ズームレンズの第5の実施例のレンズ構成図である。

【図18】図17のレンズ系の短焦点距離端における諸収差図である。

【図19】図17のレンズ系の中間焦点距離における諸収差図である。

【図20】図17のレンズ系の長焦点距離端における諸収差図である。

【図21】本発明による高変倍ズームレンズの第6の実施例のレンズ構成図である。

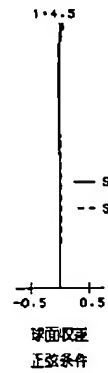
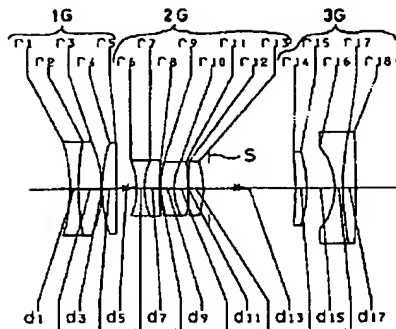
【図22】図21のレンズ系の短焦点距離端における諸

収差図である。

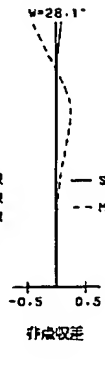
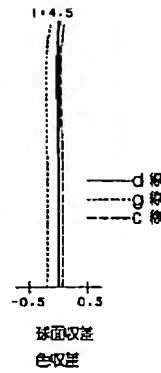
【図23】図21のレンズ系の中間焦点距離における諸収差図である。

【図24】図21のレンズ系の長焦点距離端における諸収差図である。

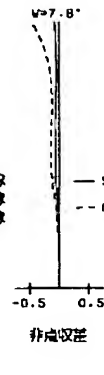
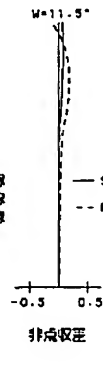
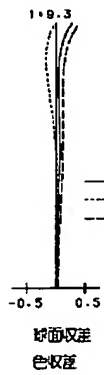
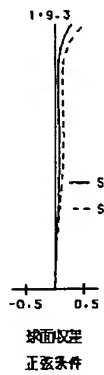
【図1】



【図2】

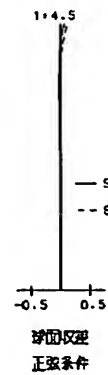
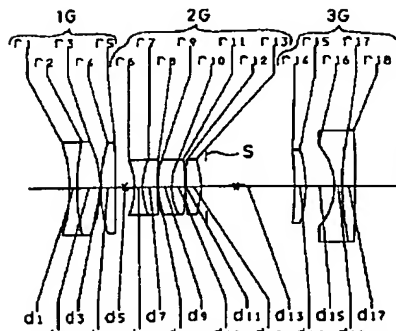


【図3】

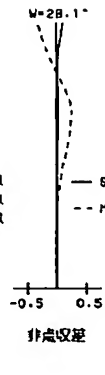
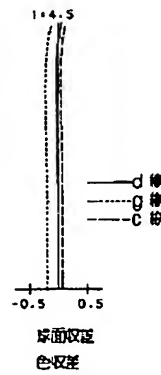


【図4】

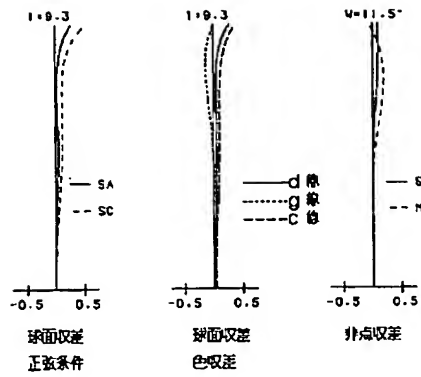
【図5】



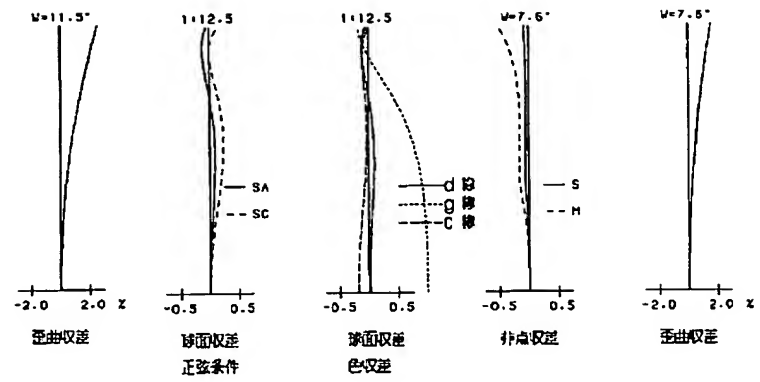
【図6】



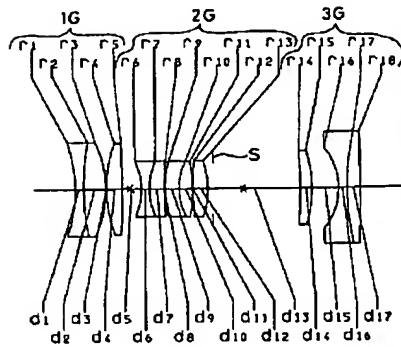
【図7】



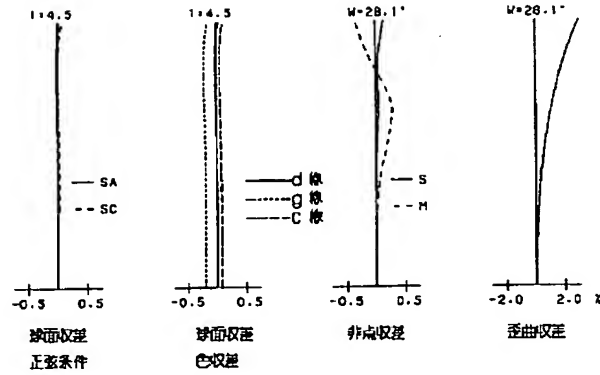
【図8】



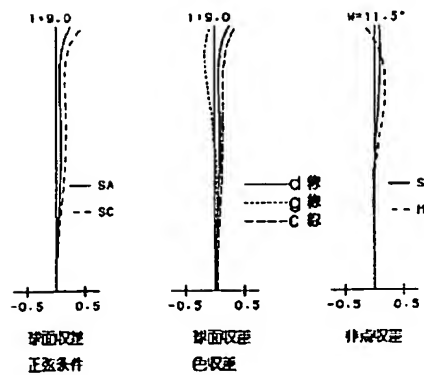
【図9】



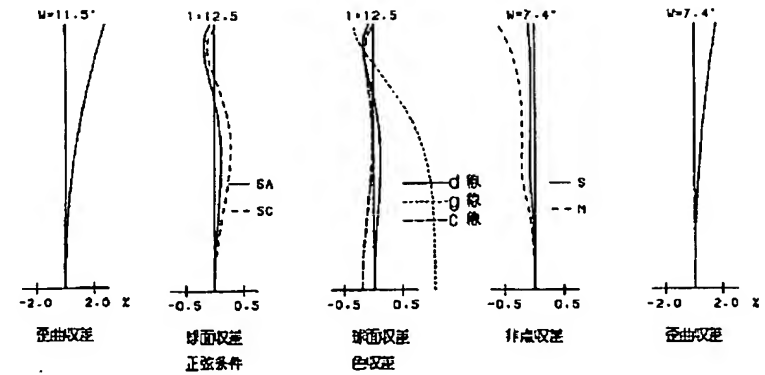
【図10】



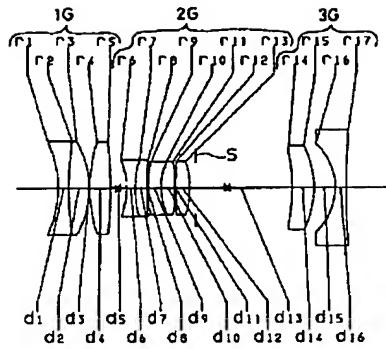
【図11】



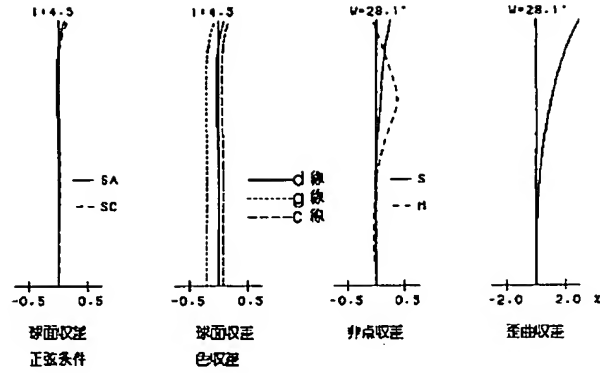
【図12】



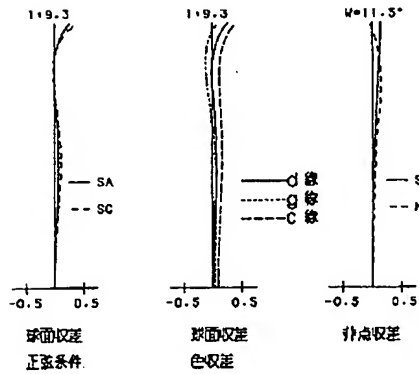
【図13】



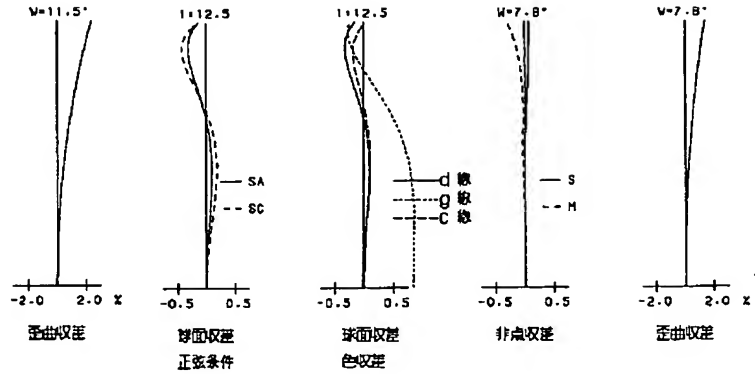
【図14】



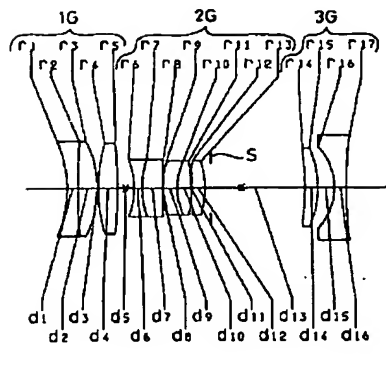
【図15】



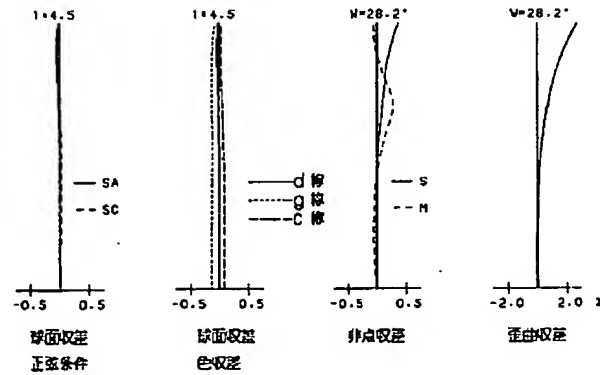
【図16】



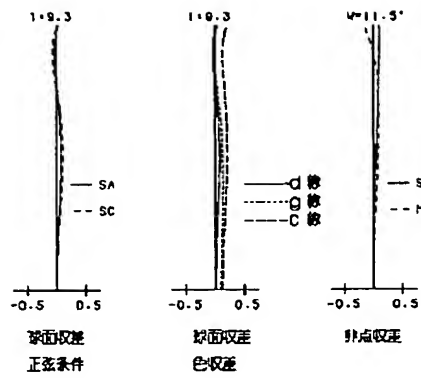
【図17】



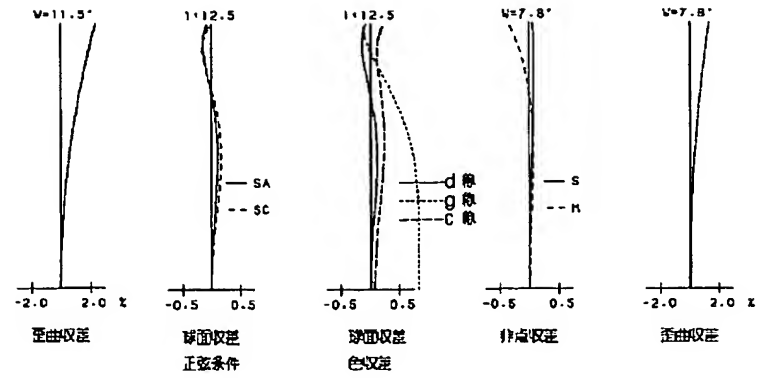
【図18】



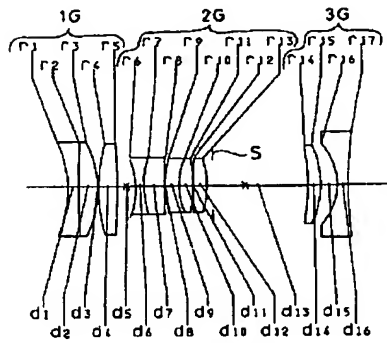
【図19】



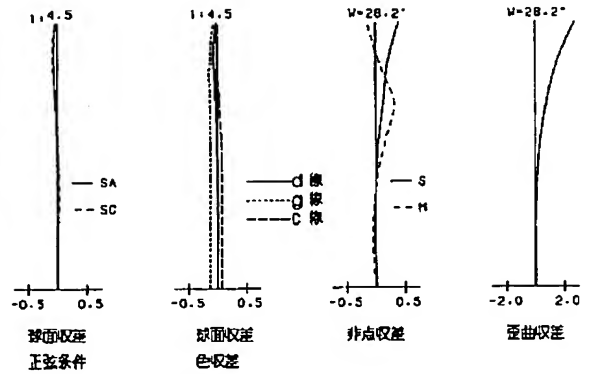
【図20】



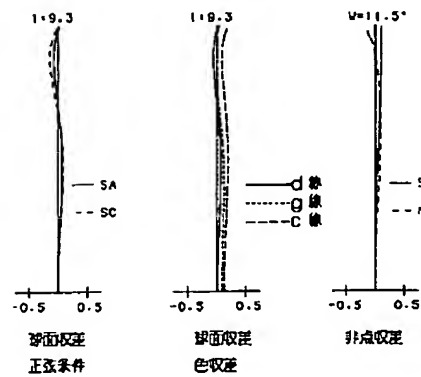
【図21】



【図22】



【図23】



【図24】

